

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

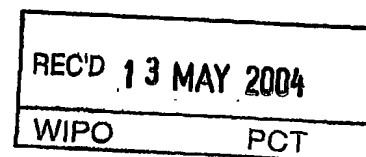
23. 3. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 9 7 4 6 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 7 4 6 4]



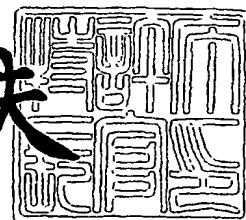
出 願 人
Applicant(s): 矢崎総業株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 4 月 2 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P85521-68

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 31/36

【発明の名称】 バッテリ状態監視装置及びその方法、並びに、放電可能
容量検出方法

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県裾野市御宿 1 5 0 0 矢崎総業株式会社内

 【氏名】 荒井 洋一

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県裾野市御宿 1 5 0 0 矢崎総業株式会社内

 【氏名】 三上 博

【特許出願人】

 【識別番号】 000006895

 【氏名又は名称】 矢崎総業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100060690

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 瀧野 秀雄

 【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

 【識別番号】 100097858

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 越智 浩史

 【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

【識別番号】 100108017
【弁理士】
【氏名又は名称】 松村 貞男
【電話番号】 03-5421-2331

【選任した代理人】

【識別番号】 100075421
【弁理士】
【氏名又は名称】 垣内 勇
【電話番号】 03-5421-2331

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012450
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0004350

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、放電可能容量検出方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項 2】 バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段を備え、前記検出した放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項 3】 バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量を検出する充電容量検出手段と、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段とを備え、前記検出した充電容量及び放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は 3 記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーの放電に応じて、前記放電開始時の開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、劣化により生じる前記バッテリーの充電状態一前記開回路電圧特性の変動分を考慮して、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項 6】 請求項 5 記載のバッテリー状態監視装置であって、

前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーが放電を行う毎に、当該放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する新品バッテリーの開回路電圧の第1変化量、及び、当該放電による充電状態の減少に対する前記バッテリーの開回路電圧の第2変化量の両変化量の比と、

前記減じた値に基づいて、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項7】 請求項4～6何れか1項記載のバッテリー状態監視装置であって、

前記放電可能容量検出手段は、前記放電におけるピーク電流が流れたときの前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリー状態監視装置。

【請求項8】 バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を、前記バッテリーから取り出せない容量として監視する

ことを特徴とするバッテリー状態監視方法。

【請求項9】 バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法。

【請求項10】 バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、

前記バッテリーの充電容量、及び、当該バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量の両容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視する

ことを特徴とするバッテリー状態監視方法。

【請求項11】 バッテリーの放電可能容量を検出する方法であって、前記バッテリーの充電容量に相当する開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求める

ことを特徴とするバッテリーの放電可能容量検出方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、バッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、放電可能容量検出方法に係わり、特に、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、そのバッテリーの放電可能容量を検出する放電可能容量検出方法に関する。

【0002】**【従来の技術】**

例えば、車両に搭載されるバッテリーを例にとると、特にモータを唯一の推進駆動源とする電気自動車においては、一般のエンジンを推進駆動源とする車両におけるガソリンに相当するものであることから、バッテリーがどの程度充電されているのかを認識しておくことは、車両の正常な走行を確保する上で非常に重要である。

【0003】

このため従来では、バッテリーがどの程度充電されているかを認識するために、バッテリーの開回路電圧を検出したり、この開回路電圧から下記のSOC (State of Charge) を検出していた。

$$SOC (\%) = \{ (OCV_n - OCV_e) / (OCV_f - OCV_e) \} \times 100$$

但し、OCV_nは現在のバッテリーの開回路電圧、OCV_fは満充電状態の開回路電圧を示す。また、OCV_eは放電終止状態の開回路電圧であり、この開回路電圧以下ではバッテリーを使用することができない。

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上述したSOCは、バッテリーに蓄えられた電気量（クーロン量）に相当するものであり、実際に利用する際、その電気量を全て利用することはできない。その理由は、放電電流を流すとバッテリーの内部抵抗による電圧降下が発生するからである。内部抵抗としては、バッテリーの純抵抗、濃度分極、活性化

分極などがある。そして、その降下量は、SOC (%)、放電電流の大きさ、放電時間、温度によって変化し、降下量が大きくなればなるほど放電できる電気量は小さくなる。

【0005】

従来考えられているSOC (%)は、この電圧降下量が考慮されていないため、OCV_nがOCV_eと等しくなって、SOC=0になる前に、放電時にバッテリーの端子電圧がOCV_e以下となり、放電することができなくなっていた。そこで、SOCの余裕を考慮せねばならず、しかも、そのSOCの余裕度も理論的なものではないため、SOCの監視だけでは、バッテリーの状態を正確に把握することができないという問題があった。

【0006】

そこで、本発明は、上記のような問題点に着目し、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、この装置及び方法を実施する際を含めて、バッテリーの状態を正確に把握する上で役立つ放電可能容量検出方法を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するためになされた請求項1記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0008】

請求項1記載の発明によれば、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を監視する。従って、内部抵抗により放電時にバッテリーから取り出せない容量を把握することができる。

【0009】

請求項2記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段を備え、前記検出した放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特

徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0010】

請求項2記載の発明によれば、放電可能容量検出手段が、バッテリーの充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する。この検出した放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視する。従って、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができる。

【0011】

請求項3記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視装置であって、前記バッテリーの充電容量を検出する充電容量検出手段と、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する放電可能容量検出手段とを備え、前記検出した充電容量及び放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0012】

請求項3記載の発明によれば、充電容量検出手段が、バッテリーの充電容量を検出する。放電可能容量検出手段が、バッテリーの充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を検出する。そして、検出した充電容量及び放電可能容量に基づき、バッテリーの状態を監視する。従って、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができる。

【0013】

請求項4記載の発明は、請求項2又は3記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーの放電に応じて、前記放電開始時の開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0014】

請求項4記載の発明によれば、放電可能容量検出手段が、バッテリーの充電容量に相当する開回路電圧から、放電中に発生する内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、放電可能容量を求める。従って、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量を簡単に検出することができる。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項4記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、劣化により生じる前記バッテリーの充電状態－前記開回路電圧特性の変動分を考慮して、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0016】

請求項5記載の発明によれば、放電可能容量検出手段が、劣化により生じるバッテリーの充電状態－開回路電圧特性の変動分を考慮して、放電可能容量を求めるようにした。従って、バッテリーの開回路電圧及び内部抵抗による電圧降下分といったバッテリーの端子電圧に基づいて放電可能容量を求める際に、劣化が生じてバッテリーの充電状態－開回路電圧特性の変化分を考慮することができる。

【0017】

請求項6記載の発明は、請求項5記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記バッテリーが放電を行う毎に、当該放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する新品バッテリーの開回路電圧の第1変化量、及び、当該放電による充電状態の減少に対する前記バッテリーの開回路電圧の第2変化量の両変化量の比と、前記減じた値に基づいて、前記放電可能容量を求めるようにしたことを特徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0018】

請求項6記載の発明によれば、第1変化量が、放電によって減少した充電状態に相当する、新品バッテリーの開回路電圧の計算上の変化量となる。一方、第2変化量は、放電によって減少した充電状態に相当する、バッテリーの開回路電圧の推定又は実測した変化量となる。

【0019】

そして、バッテリーの電解液内で電荷の移動を司る活物質の量と水 (H_2O) の比が新品時に比べて変化し、充電状態の変化に対する開回路電圧の変化の度合いが大きくなっていると、第1変化量と第2変化量との比に変化が生じる。

【0020】

よって、第1変化量と第2変化量との比と、上記減じた値とに基づいて、放電可能容量を求めることにより、バッテリーの活物質に不活性化を考慮した、放電可能容量が求まることになる。

【0021】

請求項7記載の発明は、請求項4～6何れか1項記載のバッテリー状態監視装置であって、前記放電可能容量検出手段は、前記放電におけるピーク電流が流れたときの前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリー状態監視装置に存する。

【0022】

請求項7記載の発明によれば、放電可能容量検出手段が、放電におけるピーク電流が流れたときの内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、放電可能容量を求める。従って、ピーク電流における内部抵抗による電圧降下分、つまり、放電中に発生する電圧降下のうち、最も高いものを減じて放電可能容量を求めることにより、放電中に最も低くなる放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができる。

【0023】

請求項8記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を、前記バッテリーから取り出せない容量として監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法に存する。

【0024】

請求項8記載の発明によれば、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を、バッテリーから取り出せない容量として監視する。従って、内部抵抗により放電時にバッテリーから取り出せない容量を把握することができる。

【0025】

請求項9記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法に存する。

【0026】

請求項9記載の発明によれば、バッテリーの充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量に基づき、バッテリーの状態を監視する。従って、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができる。

【0027】

請求項10記載の発明は、バッテリーの状態を監視するバッテリー状態監視方法であって、前記バッテリーの充電容量、及び、当該バッテリーの充電容量から、前記バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量の両容量に基づき、前記バッテリーの状態を監視することを特徴とするバッテリー状態監視方法に存する。

【0028】

請求項10記載の発明によれば、バッテリーの充電容量、及び、そのバッテリーの充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量の両容量に基づき、バッテリーの状態を監視する。従って、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができる。

【0029】

請求項11記載の発明は、バッテリーの放電可能容量を検出する方法であって、前記バッテリーの充電容量に相当する開回路電圧から、放電中に発生する前記内部抵抗による電圧降下分を減じた値に基づき、前記放電可能容量を求めることを特徴とするバッテリーの放電可能容量検出方法に存する。

【0030】

請求項11記載の発明によれば、バッテリーの充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に基づき、放電可能容量を求める。従って、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量を簡単に検出することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】

以下、本発明によるバッテリー状態監視装置、放電可能容量検出方法及びバッテリー状態監視方法を図1を参照して説明する前に、図2～図14を参照して、バッテリーの内部抵抗による電圧降下の算出方法について、説明する。

【0032】

ところで、バッテリーが搭載され、バッテリーから電力供給されて動作する車両負荷として、12V車、42V車、EV車、HEV車には、スタータモータ、モータジェネレータ、走行用モータなどの大電流を必要とする定負荷が搭載されている。例えば、スタータモータ又はこれに類する大電流定負荷をオンしたとき、定負荷には、その駆動開始の初期の段階で突入電流が流れた後、負荷の大きさに応じた定常値の電流が流れるようになる。因みに、負荷がランプである場合には、突入電流に相当するものをラッシュ電流と呼ぶこともある。

【0033】

スタータモータとして直流モータを使用している場合、界磁コイルに流れる突入電流は、図2に示すように、定負荷駆動開始直後の例えば3ミリ秒という短時間内に、ほぼ0から定常電流に比べて何倍も大きなピーク値、例えば500(A)まで単調増加した後、このピーク値から例えば150ミリ秒という短時間内に定負荷の大きさに応じた定常値まで単調減少するような流れ方をし、バッテリーから放電電流として供給される。したがって、定負荷に突入電流が流れる状態で、バッテリーの放電電流とこれに対応する端子電圧を測定することによって、0からピーク値に至る広い範囲の電流変化に対する端子電圧の変化を示すバッテリーの放電電流(I)－端子電圧(V)特性を測定することができる。

【0034】

そこで、スタータモータをオンしたときに流れる突入電流に相当する模擬的な放電として、0からほぼ200Aまで0.25秒かけて増加し、同じ時間をかけてピーク値から0まで減少する放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせ、そのときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを対にして短い一定周期で測定し、これによって得た測定データ対を横軸に放電電流、縦軸に端子電圧をそれぞれ対応させてプロットして図3に示すグラフを得た。図3のグラフに示す放電電流の増加時と減少時の電流－電圧特性は、最小二乗法を用いて以下のような二次式に近似できる。

$$V = a_1 I^2 + b_1 I + c_1 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$V = a_2 I^2 + b_2 I + c_2 \quad \cdots \cdots (2)$$

なお、図中には、二次の近似式の曲線も重ねて描かれている。

【0035】

図3中において、電流増加方向の近似曲線の切片と電流減少方向の近似曲線の切片の電圧差 ($c_1 - c_2$) は、電流が流れていない0 (A) の時の電圧差であるため、純抵抗と活性化分極による電圧降下を含まない、放電によって新たに発生した濃度分極成分のみによる電圧降下と考えられる。従って、この電圧差 ($c_1 - c_2$) は、濃度分極のみによるものであり、この電流0 (A) 点の濃度分極を V_{polc0} とする。また、任意の濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間を乗じて積算したもの、すなわち Ah (短時間なので、以下 $Asec$ で表す) に比例すると考えられる。

【0036】

次に、この電流0 (A) 点の濃度分極 V_{polc0} を利用して電流ピーク値の濃度分極を算出する方法を説明する。今、電流ピーク値の濃度分極を V_{polcp} とすると、 V_{polcp} は次式のように表される。

$$V_{polcp} = [(\text{電流増加時の } Asec) / (\text{放電全体の } Asec)] \times V_{polc0} \quad \cdots \cdots (3)$$

なお、放電全体の $Asec$ は次式で表される。

$$\text{放電全体の } Asec = (\text{電流増加時の } Asec + \text{電流減少時の } Asec)$$

【0037】

上述のようにして求めたピーク値における濃度分極 V_{polcp} を式 (1) の電流増加方向のピーク値における電圧に加算して、図 4 に示すように、ピーク値における濃度分極成分を削除する。なお、ピーク値における濃度分極成分を削除した後の電圧を V_1 とすると、 V_1 は次式で表される。

$$V_1 = a_1 I_p^2 + b_1 I_p + c_1 + V_{polcp}$$

I_p はピーク値における電流値である。

【0038】

次に、増加方向時の図 4 で示すような純抵抗と活性化分極だけの電流－電圧特性の近似式を仮に次式で表す。

$$V = a_3 I^2 + b_3 I + c_3 \quad \cdots \cdots (4)$$

【0039】

放電開始前である電流が 0 (A) の点は、活性化分極も濃度分極も c_1 を基準にして分極を考えているため、式 (1) より、 $c_3 = c_1$ である。また、電流増加の初期状態から電流は急激に増加するが、濃度分極の反応は遅く、反応がほとんど進行していないとすると、式 (1) および (4) の電流が 0 (A) の点の微分値は等しくなるので、 $b_3 = b_1$ である。従って、 $c_3 = c_1$ 、 $b_3 = b_1$ を代入することで、式 (4) は

$$V = a_3 I^2 + b_1 I + c_1 \quad \cdots \cdots (5)$$

と書き直され、未知数は a_3 のみとなる。

【0040】

次に、式 (5) に電流増加のピーク値の座標 (I_p 、 V_1) を代入して a_3 について整理すると、次式が求められる。

$$a_3 = (V_1 - b_1 I_p - c_1) / I_p^2$$

従って、純抵抗と活性化分極成分だけの電流－電圧特性の近似式 (4) が式 (5) によって決定される。

【0041】

一般に、純抵抗は化学反応にて生じるものでないので、バッテリーの充電状態 (SOC)、温度などが変わらなければ一定であるので、1 回のスタータモータ作動の間は一定であるといえる。これに対し、活性化分極抵抗は、イオン、電子の

受渡しの際の化学反応に伴って生じる抵抗であるので、濃度分極と相互に影響し合うこともあって、活性化分極の電流増加曲線と電流減少曲線は完全に一致しないことから、式(5)は濃度分極成分を除いた純抵抗と活性化分極の電流増加方向の曲線であるといえることができる。

【0042】

続いて、電流減少曲線からの濃度分極成分の削除の仕方を、以下説明する。純抵抗と活性化分極の電流減少方向の関係式は、電流ピーク値における濃度分極の削除と同様の方法で可能である。ピーク値以外の2点をA点およびB点とし、各点における濃度分極 V_{polcA} 、 V_{polcB} を次式のようにして求める。

$$V_{polcA} = [(\text{電流増加時開始からA点までのAsec}) / (\text{放電全体のAsec})] \times V_{polc0} \quad \dots\dots (6)$$

$$V_{polcB} = [(\text{電流増加時開始からB点までのAsec}) / (\text{放電全体のAsec})] \times V_{polc0} \quad \dots\dots (7)$$

【0043】

上式(6)および(7)によって、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点が求まったら、この2点とピーク値との3点の座標を利用して次式で表される、図5に示すような、純抵抗と活性化分極の電流減少方向曲線が求められる。

$$V = a_4 I^2 + b_4 I + c_4 \quad \dots\dots (8)$$

なお、式(8)の係数 a_4 、 b_4 、 c_4 は、2点A及びBとピーク点の電流値と電圧値とを、式(8)にそれぞれ代入して立てた3点の連立方程式を解くことによって決定できる。

【0044】

次に、バッテリーの純抵抗の算出の仕方を説明する。上式(5)で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流増加方向の曲線と、式(8)で表される同じく濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流減少方向の曲線との相違は、活性化分極成分の相違によるものであるので、活性化分極成分を除けば純抵抗が求められる。

【0045】

ところで、活性化分極が互いに等しい値となる両曲線のピーク値に着目し、ピ

ーク値での電流増加の微分値 R_1 と電流減少の微分値 R_2 とを次式によって求める。

$$R_1 = 2 \times a_3 \times I_p + b_3 \quad \cdots \cdots (10)$$

$$R_2 = 2 \times a_4 \times I_p + b_4 \quad \cdots \cdots (11)$$

【0046】

上式によって求められる微分値 R_1 および R_2 の差は、一方が活性化分極の増加方向でのピーク値であるのに対し、他方が減少方向でのピーク値であることに起因する。そして、突入電流に相当する模擬的な放電として、0 から 200 A まで 0.25 秒かけて増加し、同じ時間をかけてピーク値から 0 まで減少する放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせた場合には、ピーク値近傍での両者の変化率が等しく、両者の中間に純抵抗による電流－電圧特性が存在すると理解できるので、両微分値を加算して 2 で割ることによって、純抵抗 R を次式によって求めることができる（この例では、両微分値を時間比率で案分した値と 2 で割った値は等しい）。

【0047】

$$R = (R_1 + R_2) / 2$$

【0048】

以上は、突入電流に相当する模擬的な放電を電子負荷を使用してバッテリーに行わせた場合について説明したが、実車両の場合には、上述したようにスタータモータとして直流モータを使用しているとき、界磁コイルに突入電流が流れている間に電流はピークに達し、クランキングはピークに達した後ピーク電流の半分以下に低下した電流で作動している。

【0049】

従って、電流増加方向は 3 ミリ秒 (m s e c) という短時間で終了してしまい、電流増加ピーク値ではほとんど濃度分極が発生しない早い電流の変化であるが、電流減少方向は電流増加方向に比べて 150 m s e c という長い時間電流が流れるので、減少方向とはいえ、大きな濃度分極が発生する。ただし、クランキング期間については、突入電流の流れている期間とは異質の現象が生じているので、この期間のバッテリーの放電電流と端子電圧については、電流減少方向の電流－

電圧特性を決定するためのデータとしては使用しないようにする。

【0050】

このような状況で、実車両では、図6に示すように、電流増加方向は電流増加開始点とピーク値の2点間を結ぶ直線にて近似することができ、しかもこのピーク値500(A)での濃度分極の発生は0(A)と近似することも可能である。この場合には、電流増加方向については、ピーク値の微分値としては、電流増加方向の近似直線の傾きを使用することになる。

【0051】

ただし、このような場合には、電流増加方向の近似直線の傾きと、電流減少方向の二次の近似式のピーク点における接線の傾きとを単純に加算平均することはできない。何故ならば、このような状況では、ピーク点までとそれ以降で、活性化分極の発生度合いが全く異なり、ピーク値近傍での両者の変化率が等しくなるという前提が成立しなくなるからである。

【0052】

このような場合には、純抵抗を求めるに当たって、濃度分極による電圧降下を除いた第1及び第2の近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値、すなわち、傾きに、突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算すればよい。すなわち、総時間を単調増加及び単調減少にそれぞれ要した時間で比例按分した按分率を各傾きに乘じた上で加算することになる。このようにすることによって、活性化分極と濃度分極とが相互に影響し合うことを考慮して純抵抗を求めることができる。

【0053】

すなわち、活性化分極は原則電流値に応じた大きさのものが生じるが、その時々濃度分極量に左右され、原則通りには生じることにならず、濃度分極が小さければ活性化分極も小さくなり、大きければ大きくなる。何れにしても、濃度分極成分による電圧降下を除いた2つの近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値の中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

【0054】

また、最近の車両では、モータとしては、マグネットモータなどのDCブラッシレスなどの三相入力が必要とする交流モータが使用されることが増えてきている。このようなモータの場合、突入電流はそれ程早く短時間にピーク値に達することがなく、100 msecほどの時間を要し、電流増加方向においても濃度分極の発生が起こるので、上述した模擬的な放電の場合と同様に、電流増加方向の電流変化曲線は曲線近似することが必要になる。

【0055】

また、純抵抗と活性化分極の電流減少方向の近似をする場合、ピーク値とこれ以外の2点を定める際、図7に示すように、B点として電流0 (A) の点を使用すると、近似式を求める際の計算を簡略化することができる。

【0056】

さらに、例えば、ピーク電流の1/2程度の電流値に対応する点に濃度分極の削除した点を定めた場合、図8に示すように、この点とピーク値の2点を結ぶ直線に一次近似してもよい。この場合、電流減少方向については、ピーク値の微分値としては、電流減少方向の近似直線の傾きを使用することになるが、二次曲線を使用したものと変わらない、精度のよい純抵抗が求められる。

【0057】

以上要するに、濃度分極成分による電圧降下を除いた2つの近似式のピーク値に対応する点における単位電流変化当たりの2つの端子電圧変化の値の中間の値をバッテリーの純抵抗の値として測定することができる。

【0058】

そこで、車載バッテリー純抵抗測定方法を、定負荷として、増加する放電電流及び減少する放電電流のいずれにおいても濃度分極の発生を伴う突入電流が流れる例えばスタータモータが使用されている場合について具体的に説明する。

【0059】

定負荷が動作されると、バッテリーからは定常値を越えて単調増加しピーク値から定常値に単調減少する放電電流が流れる。このときのバッテリーの放電電流と端子電圧とを、例えば100マイクロ秒 (μ sec) の周期にてサンプリングする

ことで周期的に測定し、バッテリーの放電電流と端子電圧との組が多数得られる。

【0060】

このようにして得られたバッテリーの放電電流と端子電圧との組の最新のものを、所定時間分、例えばRAMなどの書換可能な記憶手段としてのメモリに格納、記憶して収集する。メモリに格納、記憶して収集した放電電流と端子電圧との組を用いて、最小二乗法により、端子電圧と放電電流との相関を示す増加する放電電流及び減少する放電電流に対する電流－電圧特性について式(1)及び(2)に示すような2つの曲線近似式を求める。次に、この2つの近似式から濃度分極成分による電圧降下を削除し、濃度分極成分を含まない修正した曲線近似式を求める。

【0061】

このために、まず、式(1)及び(2)の近似式の電流が流れていない0(A)の時の電圧差を、純抵抗と活性化分極による電圧降下はなく、濃度分極によるものであるとして求める。また、この電圧差を利用して、増加する放電電流についての電流－電圧特性の近似式(1)上の電流ピーク値での濃度分極成分による電圧降下を求める。このために、濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間に乗じた電流時間積によって変化していることを利用する。

【0062】

増加する放電電流についての電流－電圧特性の近似式上の電流ピーク値での濃度分極成分による電圧降下が求まったら次に、濃度分極成分の含まない近似式と含む近似式のいずれも定数及び一次係数が等しいとして、含まない近似式の二次係数を定め、増加する放電電流についての電流－電圧特性の近似式について修正した曲線近似式(5)を求める。

【0063】

次に、減少する放電電流に対する電流－電圧特性について近似式(2)から濃度分極成分の含まない近似式を求める。このために、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点を求める。この際に、濃度分極は、電流の大きさに電流の流れた時間に乗じた電流時間積によって変化していることを利用する。そして、ピーク値以外に濃度分極成分を削除した2点が求まったら、この2点とピーク値との

3 点の座標を利用して、減少する放電電流についての電流－電圧特性の近似式（2）について修正した曲線近似式（8）を求める。

【0064】

上式（5）で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流増加方向の修正曲線近似式と、式（8）で表される濃度分極成分を削除した純抵抗と活性化分極の電流減少方向の修正曲線近似式は、活性化分極成分の相違によるものである。活性化分極成分を除けば純抵抗が求められる。このために、両近似式のピーク値に着目し、ピーク値での電流増加の微分値と電流減少の微分値との差は、一方が活性化分極の増加方向であるのに対し、他方が減少方向であることに基因するものであるが、ピーク値近傍での両者の変化率の中間に純抵抗による電流－電圧特性が存在するとし、両微分値に突入電流が流れている総時間に占める単調増加期間及び前記単調減少期間の時間の割合をそれぞれ乗じた上で加算することによって、純抵抗を求める。

【0065】

例えば、電流増加時間が 3 m s e c、電流減少時間が 1 0 0 m s e c とし、ピーク値での電流増加の微分値を R_{polk1} 、と電流減少の微分値を R_{polk2} とすると、以下のようなようにして純抵抗 R_n を算出することができる。

$$R_n = R_{polk1} \times 100 / 103 + R_{polk2} \times 3 / 103$$

この純抵抗 R_n は、スタータモータの駆動時等、突入電流が発生する高効率放電が行われる毎に、算出され、更新される。

【0066】

また、バッテリーの平衡状態における車両用バッテリーの開回路電圧は、それ以前の充放電によってバッテリー内に発生している分極の影響が完全に解消し、分極によるバッテリー端子電圧の低下或いは上昇が無くなっている平衡状態にあるときのバッテリー端子電圧を実測するか、又は、充放電停止直後のバッテリー端子電圧の変化を短時間観測した結果によって推定されるものが利用される。

【0067】

次に、バッテリーの飽和分極検出方法と、本発明の放電可能容量検出方法について説明する。

【0068】

まず、バッテリーが実際に負荷に放出できるエネルギーは、バッテリーの開回路電圧の値に相当する充電容量（電流時間積）から、放電中にバッテリーの内部で発生する電圧降下分に相当する容量、すなわち、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた容量ということになる。

【0069】

そして、放電中におけるバッテリーの内部で発生する電圧降下は、図9に示すように、バッテリーの純抵抗の成分による電圧降下分（図中IR降下と表記）と、純抵抗の成分以外の内部抵抗成分による電圧降下分、即ち、分極による電圧降下分（図中飽和分極と表記）とに分けて考えることができる。

【0070】

上述したIR降下は、バッテリーの状態が同じであれば変化しない。一方、分極による電圧降下は、放電電流や、放電時間に比例して、大きくなるが、飽和分極を超えて大きくなることはない。従って、この飽和分極を迎える点を監視すれば、最も内部抵抗による電圧降下が大きくなる点を監視することができる。

【0071】

まず、平衡状態、又は、放電開始時の端子電圧が放電開始時の開回路電圧OCVより低い放電分極が残っている状態のバッテリーが放電したときは、図9中の太線の曲線で示す部分のように、放電開始からの所定期間（分極の挙動が現れる程度であり、かつ、1秒以内程度）の放電の際に周期的に測定されたバッテリーの放電電流と端子電圧から、式(12)に示す放電電流Iに対する端子電圧Vの近似式を求める。

【0072】

一方、放電開始時の端子電圧が放電開始時の開回路電圧OCVより高い充電分極が残っている状態のバッテリーが放電したときは、図10中の太線の曲線で示すように、放電開始から所定時間経過して充電分極がほぼ解消されている所定期間の放電の際に周期的に測定されたバッテリーの放電電流と端子電圧から、式(12)に示す放電電流Iに対する端子電圧Vの近似式を求める。これは、充電分極が残っている期間に検出したバッテリーの放電電流及び端子電流から求めた近似式は

、平衡状態から放電した結果、実際に得られる放電電流（ I ）－端子電圧（ V ）特性との相関性があまりないからである。

$$V = a I^2 + b I + c \quad \cdots (12)$$

【0073】

上記バッテリーの端子電圧 V は、バッテリーの純抵抗 R_n の成分による電圧降下分と純抵抗の成分以外の内部抵抗成分による電圧降下分 V_R （＝分極による電圧降下）との合計によって、下記に示すようにも表される。

$$V = c - (R_n \times I + V_R) \quad \cdots (13)$$

【0074】

式(12)及び(13)から下記の式を求めることができる。

$$a I^2 + b I = - (R_n \times I + V_R) \quad \cdots (14)$$

上記式(14)を微分して、バッテリーの純抵抗成分以外の内部抵抗成分による電圧降下の変化率 $d V_R / d I$ を求める。

$$d V_R / d I = - 2 a I - b - R_n \quad \cdots (15)$$

【0075】

上記変化率 $d V_R / d I$ がゼロとなったときの放電電流が、バッテリーの純抵抗の成分以外の内部抵抗成分による電圧降下分が最大値（飽和値）を迎えたときの、端子電圧降下飽和電流値 I_{pol} （＝ $-(R_n + b) / 2 a$ ）に相当する。

【0076】

そして、平衡状態からの放電であるとき、求めた端子電圧降下飽和電流値 I_{pol} を、バッテリーの純抵抗 R_n の値と共に、上述した式(14)の放電電流 I として代入して、求められる分極による電圧降下分 V_R （＝ $-a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$ ）を、飽和分極 $V_{R pol}$ とする。

【0077】

一方、充電分極又は放電分極が残っている状態からの放電であるときは、求めた端子電圧降下飽和電流値 I_{pol} を、バッテリーの純抵抗 R_n の値と共に、上述した式(14)の放電電流 I として代入して、求められる分極による電圧降下分 V_R に、式(12)により求めた放電電流ゼロのときの端子電圧 c 、及び、推測により求めた放電開始時の開回路電圧 OCV_0 との差分を加算した値（＝ $-a I_{pol}^2 -$

$b I_{pol} - R_n \times I_{pol} + (OCV_0 - c)$ を飽和分極 $V_{R\ pol}$ とする。

【0078】

上述した $(OCV_0 - c)$ を加算する理由について以下説明する。充電分極又は放電分極が残っている状態から上述した所定期間における実測した放電電流及び端子電圧に基づき、求めた式 (12) の近似式から放電電流ゼロのときの端子電圧 c を求めると、図 11 に示すようになる。同図に示すように、求めた近似式の電圧降下量の飽和値と、平衡状態から放電した結果、実際に得られる電流 (I) - 電圧 (V) 特性における電圧降下量の飽和値は等しい。

【0079】

なお、充電分極が残っているときの放電であっても、放電から所定時間経過後を所定期間とすれば、求めた近似式が示す放電電流ゼロのときの端子電圧 c は、放電開始時の開回路電圧 OCV_0 より低い値となる。

【0080】

このとき、式 (14) に I_{pol} を代入して求めた分極による電圧降下 V_R ($= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$) は、図 11 に示すように、端子電圧 c を基準にした電圧降下から、純抵抗による降下分 $R_n \times I_{pol}$ を減じた値である。従って、開回路電圧 OCV_0 からバッテリーの電圧降下から、純抵抗による降下分 $R_n \times I_{pol}$ を減じた値である飽和分極 $V_{R\ pol}$ を求めるためには、上記電圧降下 V_R ($= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$) に $(OCV_0 - c)$ を加算する必要がある。なお、この飽和分極 $V_{R\ pol}$ は、バッテリーが放電を行う毎に、算出され、更新される。

【0081】

このようにして、飽和分極 $V_{R\ pol}$ を求めたならば、その飽和分極 $V_{R\ pol}$ を用いて、例えば、バッテリーが放電可能容量を検出し直す必要のある程度の放電が行われる毎に、以下に説明するような放電可能容量の検出が行われることになる。

【0082】

まず、放電が行われると、その放電の際に、上記のようにして飽和分極 $V_{R\ pol}$ を求め、次式を解く。

$$V_{ADC} = OCV_0 - R_n \times I_p - V_{R_{pol}} \quad \cdots(16)$$

但し、上式において V_{ADC} は現在の放電可能容量の指標となる電圧値、 I_p はこの放電のピーク電流値である。

【0083】

即ち、上式を解くということは、図12に示すように、放電の開始時におけるバッテリーの開回路電圧 OCV_0 から、バッテリーの純抵抗 R_n の値に対応する電圧降下分と、飽和分極 $V_{R_{pol}}$ を減じて、バッテリーの現在の放電可能容量 ADC に対応する電圧値 V_{ADC} を求めていることになる。

【0084】

そして、上記のようにして求めた現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から、以下に示す電圧方式の換算式によって放電可能容量 ADC を求める。

$$ADC = SOC \times \{ (V_{ADC} - V_e) / (V_f - V_e) \} \times 100 (\%)$$

$$\text{但し、} SOC = \{ (OCV_n - V_e) / (V_f - V_e) \} \times 100 (\%)$$

また、上式において V_f は満充電電圧、 V_e は放電終止電圧である。

【0085】

ここで、図13に示すように、バッテリーに満充電電圧 V_f は、新品時のバッテリーの満充電時 ($SOC : \text{State Of Charge} = 100\%$) における開回路電圧 OCV_f から、新品時のバッテリーの満充電時 ($SOC = 100\%$) における純抵抗 R_{nf0} の値に相当する電圧降下分を減じた、

$$V_f = OCV_f - R_{nf0} \times I_p$$

なる式から求めることができる。

【0086】

また、バッテリーの放電最終電圧 V_e は、新品時のバッテリーの放電最終時 ($SOC = 0\%$) における開回路電圧 OCV_e から、新品時のバッテリーの放電終止時 ($SOC = 0\%$) における純抵抗 R_{ne0} ($> R_{nf0}$) の値に対応する電圧降下分を減じた、

$$V_e = OCV_e - R_{ne0} \times I_p$$

なる式から求めることができる。

【0087】

また、上記のようにして求めた現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から、以下に示す電圧方式の換算式によって放電可能容量 ADC を求めてもよい。

$$ADC = SOC \times \{ (V_{ADC} - OCV_e) / (OCV_0 - R_{ne0} \times I_p - OCV_e) \} \times 100\%$$

【0088】

放電開始時におけるバッテリーの開回路電圧 OCV_n から減じた、バッテリーの純抵抗 R_n に対応する電圧降下分には、バッテリーの固体間の特性差が反映され、また、バッテリーの現在の飽和分極 $V_{R_{pol}}$ には、放電電流を流し続けたことによる放電可能容量 ADC の減少度の相違や温度変化による内部抵抗変化に起因する放電可能容量 ADC の減少度の相違が反映される。

【0089】

よって、上記のようにして求めた、放電を行った際に求められる放電可能容量 ADC は、バッテリーの固体間の特性差による影響と、放電電流を流し続けたことによる放電可能容量 ADC の減少度の相違や温度変化による内部抵抗変化に起因する放電可能容量 ADC の減少度の相違による影響が、誤差として存在しない、正確な放電可能容量 ADC ということになる。

【0090】

上述したように、その放電中のピーク電流における内部抵抗による電圧降下分、つまり、その放電において、分極以外の内部抵抗成分である純抵抗による電圧降下が最も大きくなる時点の内部抵抗による電圧降下を把握することができる。

【0091】

ところで、図14に示すように、放電前に任意の開回路電圧 OCV_0 にあるバッテリーから放電が行われたとき、新品時バッテリーでは、開回路電圧は放電が進むにつれて直線 N に沿って低下し、放電が停止して任意の電気量が放電された時点で、開回路電圧 OCV_n まで低下する。これに対して、劣化バッテリーでは、直線 M に沿って、低下し、同じ任意の電気量が放電された時点で、開回路電圧 OCV_m まで低下する。

【0092】

一般に、放電が繰り返されても、電流時間積によって充電状態 SOC が推定出来る。これは、次式によって放電時の電流時間積を積算することによって計算することができる。

放電直前の SOC $0 - \Sigma$ (放電電流 \times 時間)

上式により、バッテリーが放電中であっても、常にバッテリーの SOC が推定できる。

【0093】

上述したように、充放電中に常時その推定 SOC n を求め、放電が停止したときには、停止時の最終の SOC n を推定し、この値を推定 OCV n に変換しておく。この SOC n 及び OCV n の換算は、新品時バッテリーについて予め定められた満充電時開回路電圧と放電終止電圧との間で蓄積可能な総電気量である初期電気量に基づいて行われる。

【0094】

そして、放電前の開回路電圧 OCV 0 と上述した推定 OCV n との差である変化量 Δ OCV n ($=$ OCV $0 -$ 推定 OCV n) は、バッテリーが放電を行った際に、その放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する新品バッテリーの開回路電圧の計算上の変化量となる。

【0095】

一方、放電前の開回路電圧 OCV 0 と放電後に実測又は推定して求めた OCV m との差である変化量 Δ OCV m ($=$ OCV $0 -$ OCV m) は、その放電によるバッテリーの充電状態の減少に対する現バッテリーの開回路電圧の変化量となる。

【0096】

よって、平衡状態にあってもなくても、上記した現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から放電可能容量 ADC を求める電圧方式の換算式の右辺に、この変化量 Δ OCV n と変化量 Δ OCV m との比 Δ OCV n / Δ OCV m を乗じて、現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から放電可能容量 ADC を求める換算式を、

$$ADC = \{ (V_{ADC} - V_e) / (V_f - V_e) \} \times (\Delta OCV_n / \Delta OCV_m) \times 100 (\%)$$

又は

$$ADC = SOC \times \{ (V_{ADC} - OCV_e) / (OCV_n - R_{ne0} \times I_p - OCV_e) \} \times (\Delta OCV_n / \Delta OCV_m) \times 100\%$$

とすれば、バッテリーの活物質に不活性化が生じていても、それによる充電状態の変化に対する開回路電圧 OCV_n の変化の度合いの変化分が考慮された、より正確な放電可能容量が求まることになる。

【0097】

尚、上記した、バッテリーの活物質の量と H_2O との比の変化に対応するための、現在の放電可能容量の指標となる電圧値 V_{ADC} から放電可能容量 ADC を求める換算式の変更は、省略してもよい。

【0098】

また、上述した説明では、充電分極又は放電分極が残っている状態からの放電の際に、飽和分極を求めとき、式 (14) に I_{pol} を代入して求めた分極による電圧降下 V_R ($= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$) に、 $(OCV_0 - c)$ を加算した値を飽和分極としていた。しかしながら、例えば、分極が残っていても、平衡状態であってもなくても全て、式 (14) に I_{pol} を代入して求めた分極による電圧降下 V_R ($= -a I_{pol}^2 - b I_{pol} - R_n \times I_{pol}$) を飽和分極として求め、電圧 V_{ADC} を算出する時点で開回路電圧 OCV_0 から $OCV_0 - c$ を減算するようにしてもよい。

【0099】

以上に説明した本発明の車両用バッテリーの放電可能容量算出方法や、バッテリー状態監視方法は、図 1 に示す構成によって実施することができる。

【0100】

図 1 は本発明の放電可能容量算出方法及びバッテリー状態監視方法を実施したバッテリー状態監視装置の一実施形態を示すブロック図である。図 1 中引用符号 1 で示す本実施形態のバッテリー状態監視装置は、エンジン 3 に加えてモータジェネレータ 5 を有するハイブリッド車両に搭載されている。

【0101】

そして、このハイブリッド車両は、通常時はエンジン 3 の出力のみをドライブ

シャフト 7 からディファレンシャルケース 9 を介して車輪 11 に伝達して走行させ、高負荷時には、バッテリー 13 からの電力によりモータジェネレータ 5 をモータとして機能させて、エンジン 3 の出力に加えてモータジェネレータ 5 の出力をドライブシャフト 7 から車輪 11 に伝達し、アシスト走行を行わせるように構成されている。

【0102】

また、このハイブリッド車両は、減速時や制動時にモータジェネレータ 5 をジェネレータ（発電機）として機能させ、運動エネルギーを電気エネルギーに変換して、各種の負荷に対して電力を供給するためにハイブリッド車両に搭載されたバッテリー 13 を充電させるように構成されている。

【0103】

尚、モータジェネレータ 5 はさらに、不図示のスタータスイッチのオンに伴うエンジン 3 の始動時に、エンジン 3 のフライホイールを強制的に回転させるセルモータとして用いられる。

【0104】

また、バッテリー状態監視装置 1 は、アシスト走行用のモータやセルモータとして機能するモータジェネレータ 5 等に対するバッテリー 13 の放電電流 I や、ジェネレータとして機能するモータジェネレータ 5 からのバッテリー 13 に対する充電電流を検出する電流センサ 15 と、バッテリー 13 に並列接続した無限大抵抗を有し、バッテリー 13 の端子電圧 V を検出する電圧センサ 17 とを備えている。

【0105】

尚、上述した電流センサ 15 及び電圧センサ 17 は、イグニッションスイッチのオン状態によって閉回路状態となる回路上に配置されている。

【0106】

また、本実施形態のバッテリー状態監視装置 1 は、上述した電流センサ 15 や電圧センサ 17 の出力がインタフェース回路（以下、「 I/F 」と略記する。）21 における A/D 変換後に取り込まれるマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と略記する。）23 をさらに備えている。

【0107】

そして、前記マイコン 23 は、CPU 23 a、RAM 23 b、及び、ROM 23 c を有しており、このうち、CPU 23 a には、RAM 23 b 及び ROM 23 c の他、前記 I/F 21 が接続されており、また、上述した不図示のイグニッションスイッチのオンオフ状態を示す信号が入力される。

【0108】

前記 RAM 23 b は、各種データ記憶用のデータエリア及び各種処理作業に用いるワークエリアを有しており、前記 ROM 23 c には、CPU 23 a に各種処理動作を行わせるための制御プログラムが格納されている。

【0109】

従って、上記した放電時の各種の検出を、電流センサ 15 や電圧センサ 17 の出力に基づいてマイクロコンピュータ 23 が行うことで、バッテリー 13 の SOC や ADC が検出されることになる。このことから、マイクロコンピュータ 23 が充電容量検出手段及び放電可能容量検出手段として働くことがわかる。

【0110】

また、以上述べたように、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができる。

【0111】

このように、SOC と ADC とを区別して監視することにより、バッテリー 13 が利用される機器の様々な利用方法に対して、対応可能な装置となる。

例えば、車両では、暗電流を必要とする機器（ECU など）のバッテリーバックアップには、SOC を指標とし、スタータモータを始動し、エンジン始動に利用するには、ADC を利用するなどが考えられる。

【0112】

その他、SOC は、充電可能な容量の検知、劣化度の推定などにも利用方法がある。ADC は、エンジンの再始動（アイドリングストップ）、By-Wire（ステアリング、スロットル、ブレーキなど）、走行アシストなどへの利用が考えられる。

【0113】

なお、上述した実施形態では、放電時に生じる分極による端子電圧の降下分が飽和したときの内部抵抗による電圧降下分を減じて放電可能容量を求めているが、本発明はその場合に限らず、分極による端子電圧の降下分が飽和する前の内部抵抗による電圧降下分を減じて放電可能容量を求めるようにしてもよい。

【0114】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1及び8記載の発明によれば、内部抵抗により放電時にバッテリーから取り出せない容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置及びその方法を得ることができる。

【0115】

請求項2及び9記載の発明によれば、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を監視することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置及びその方法を得ることができる。

【0116】

請求項3及び10記載の発明によれば、充電容量により、バッテリーに蓄えられた電気量を把握することができ、放電可能容量により、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量を把握することができるので、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置及びその方法を得ることができる。

【0117】

請求項4及び11記載の発明によれば、バッテリーに蓄えられた充電容量のうち、実際に利用することができる容量である放電可能容量を簡単に検出することができるバッテリー状態監視装置及び放電可能容量検出方法を得ることができる。

【0118】

請求項5及び6記載の発明によれば、バッテリーの活物質に不活性化が生じていても、それを考慮した、より正確な放電可能容量に基づいて、バッテリーの状態を

監視することができるバッテリー状態監視装置を得ることができる。

【0119】

請求項7記載の発明によれば、ピーク電流における内部抵抗による電圧降下分、つまり、放電中に発生する電圧降下のうち、最も高いものを減じて放電可能容量を求めることにより、放電中に最も低くなる放電可能容量を監視することができるので、より一層、バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置をえることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の放電可能容量検出方法及びバッテリー状態監視方法を実施したバッテリー状態監視装置の一実施形態を示すブロック図である。

【図2】

スタータモータ駆動開始時の突入電流を伴う放電電流の一例を示すグラフである。

【図3】

二次近似式で表した $I-V$ 特性の一例を示すグラフである。

【図4】

増加方向の近似式から濃度分極成分の除き方の一例を説明するためのグラフである。

【図5】

減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の一例を説明するためのグラフである。

【図6】

増加方向を一次近似式で表した $I-V$ 特性の一例を示すグラフである。

【図7】

減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の他の例を説明するためのグラフである。

【図8】

減少方向の近似式から濃度分極成分の除き方の別の例を説明するためのグラフ

である。

【図 9】

平衡状態又は放電分極が発生している状態での放電中に飽和分極を求める方法を説明するためのグラフである。

【図 10】

充電分極が発生している状態での放電中に飽和分極を求める方法を説明するためのグラフである。

【図 11】

放電分極又は充電分極が発生した状態での放電中に飽和分極を求める方法を説明するためのグラフである。

【図 12】

放電中におけるバッテリーの内部で発生する電圧降下の内容を説明するためのグラフである。

【図 13】

バッテリーの満充電電圧と放電終止電圧を説明するためのグラフである。

【図 14】

放電により、新品時バッテリーに対する任意時点のバッテリーの任意の充電状態の変化に伴う開回路電圧の変化の割合を求めて劣化を考慮した放電可能容量を算出する方法を説明するためのグラフである。

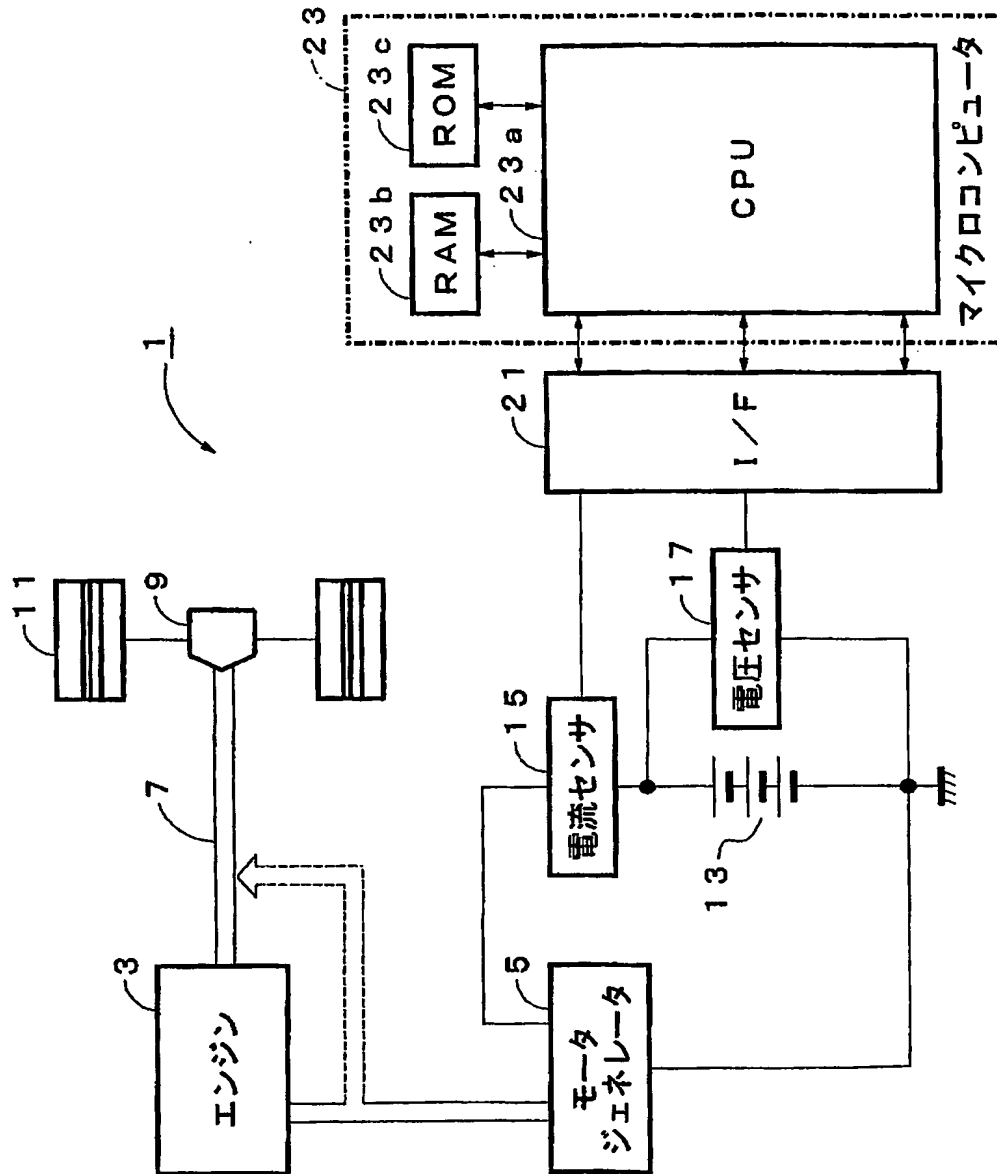
【符号の説明】

- 1 バッテリー状態監視装置
- 5 モータジェネレータ
- 13 バッテリー
- 15 電流センサ
- 17 電圧センサ
- 23 マイクロコンピュータ（放電可能容量監視手段、充電容量検出手段）

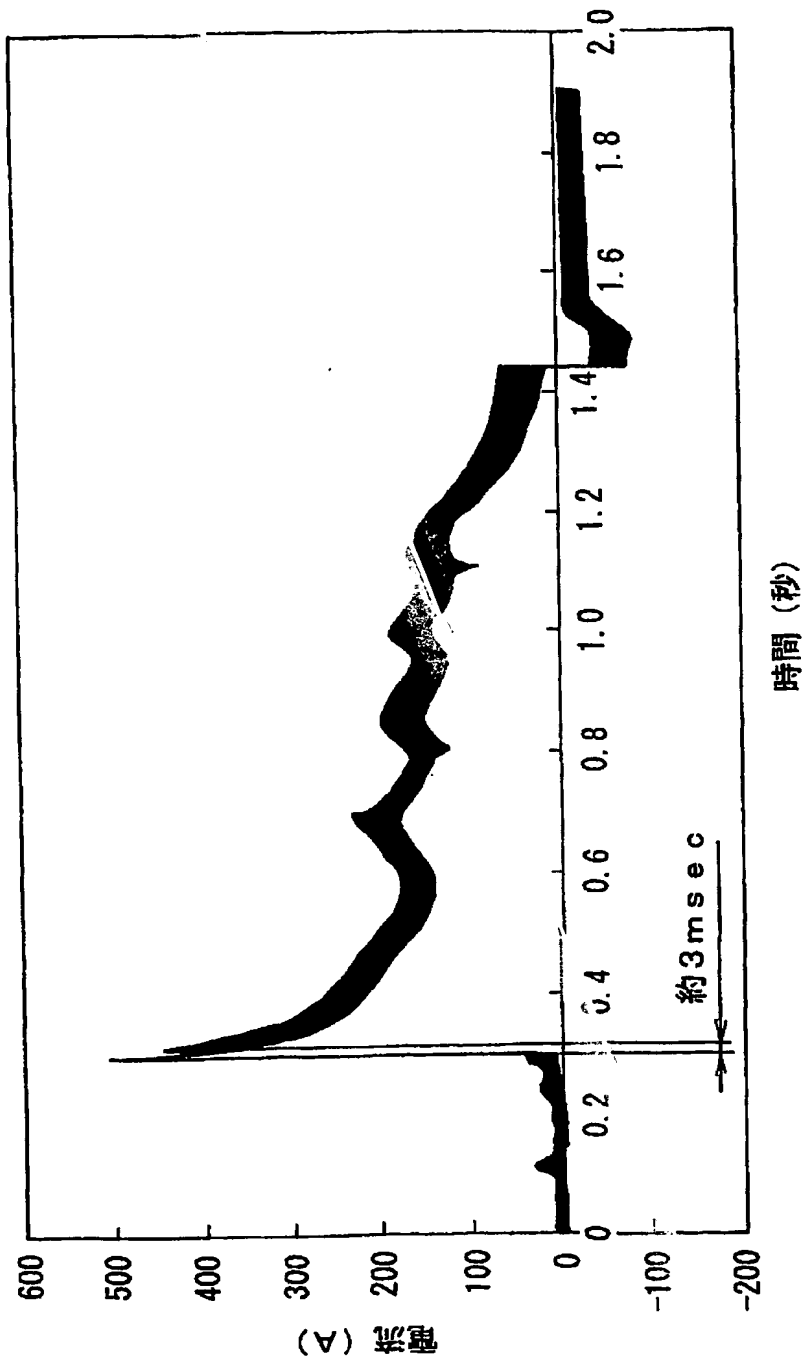
【書類名】

図面

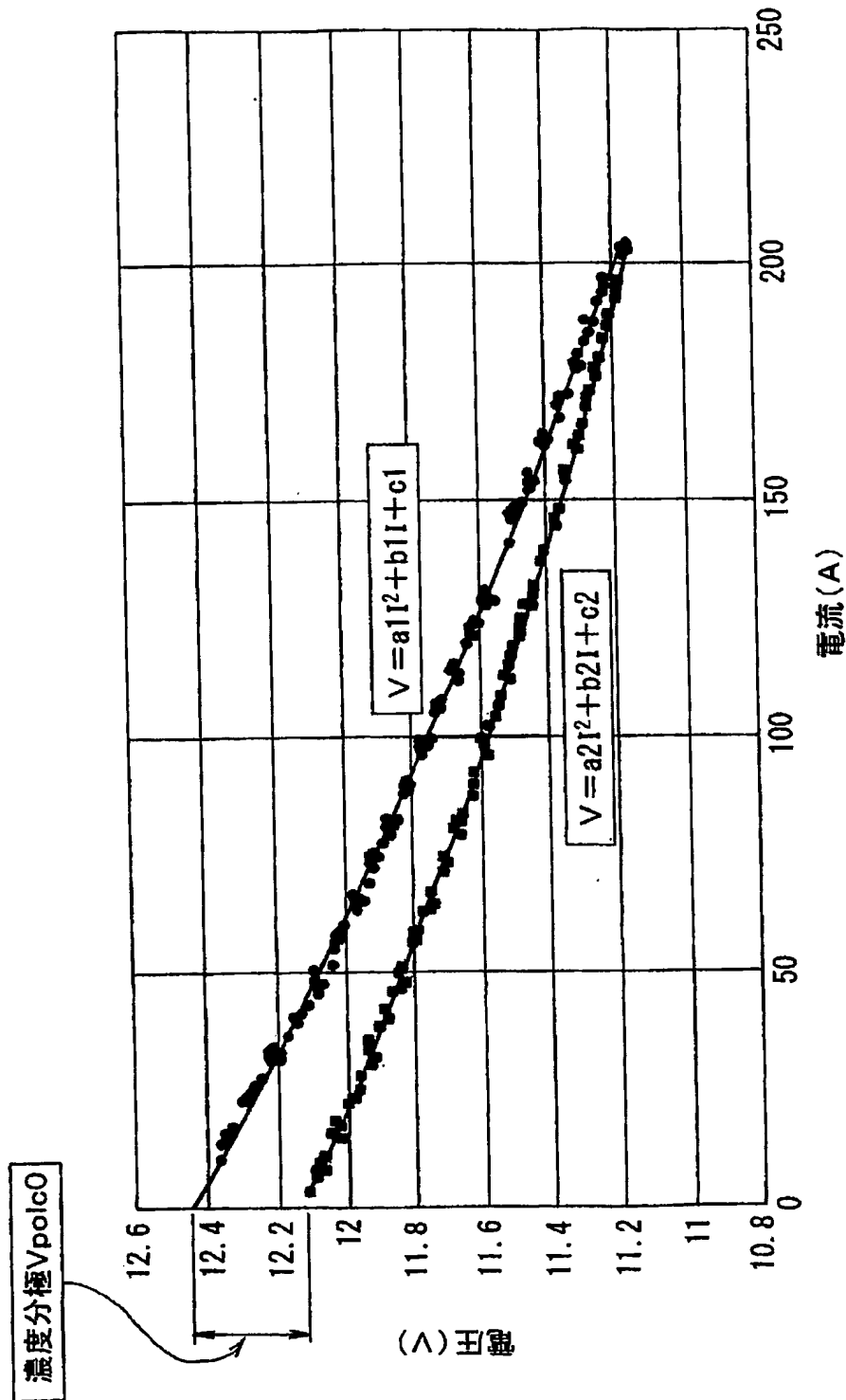
【図 1】



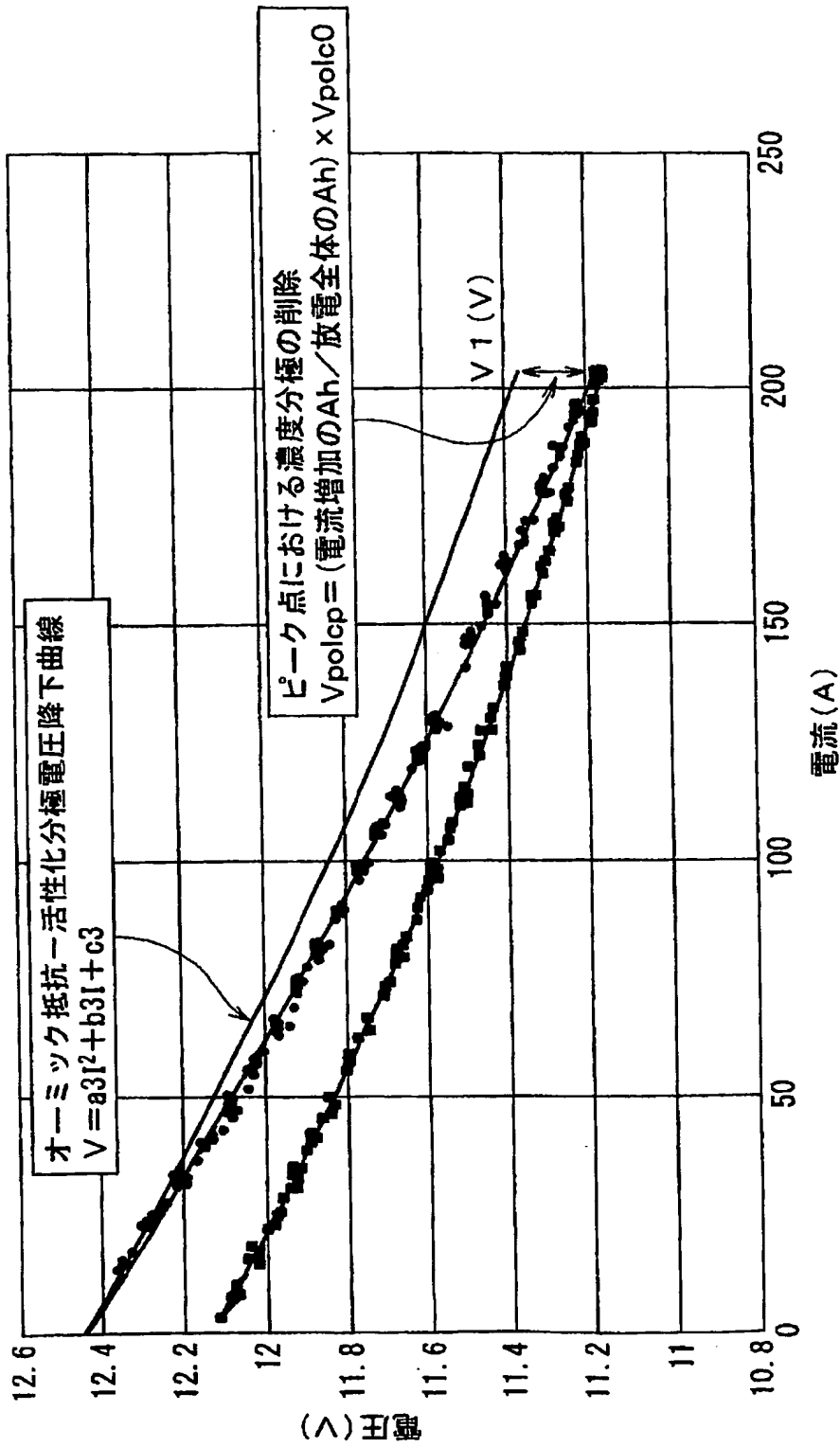
【図 2】



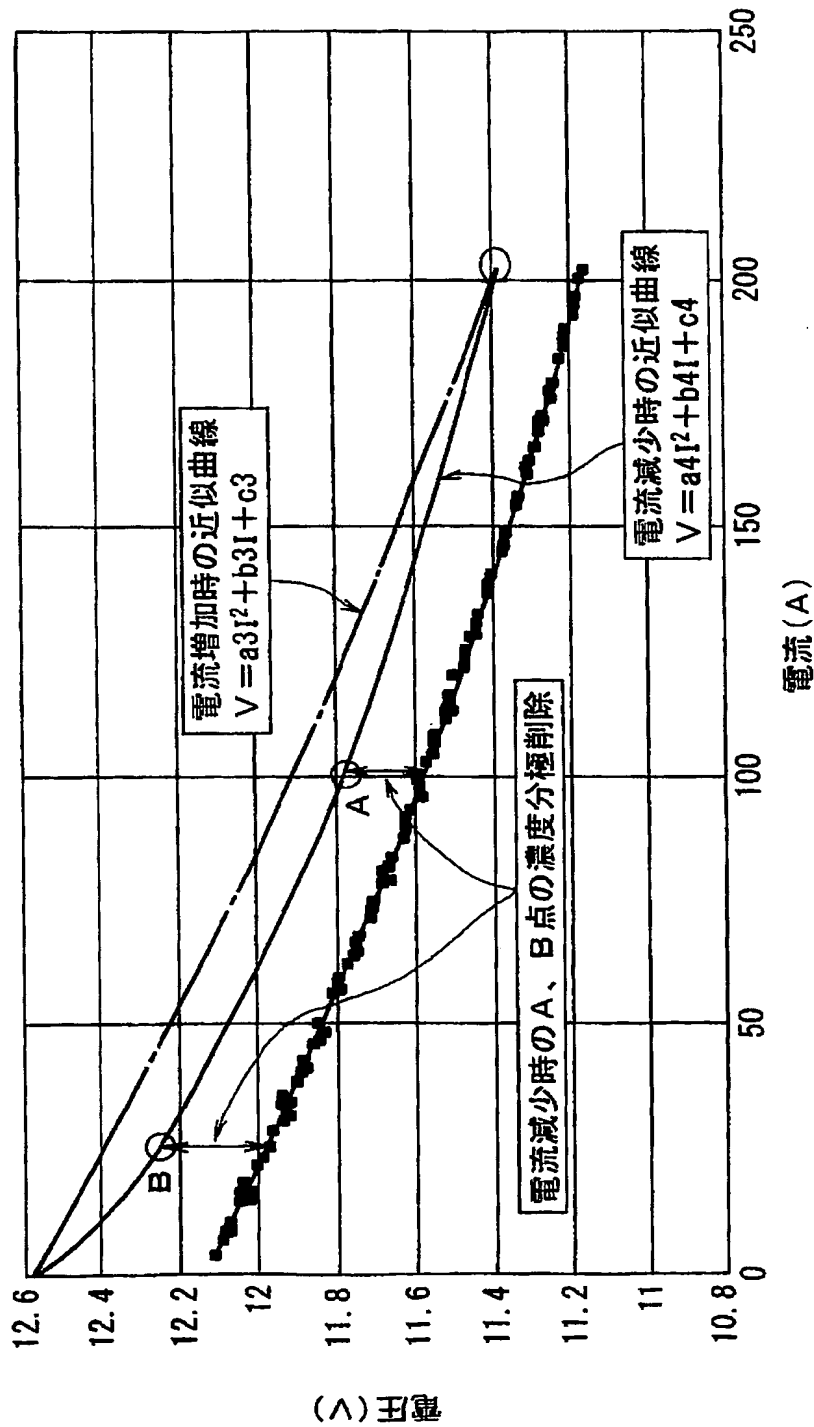
【図 3】



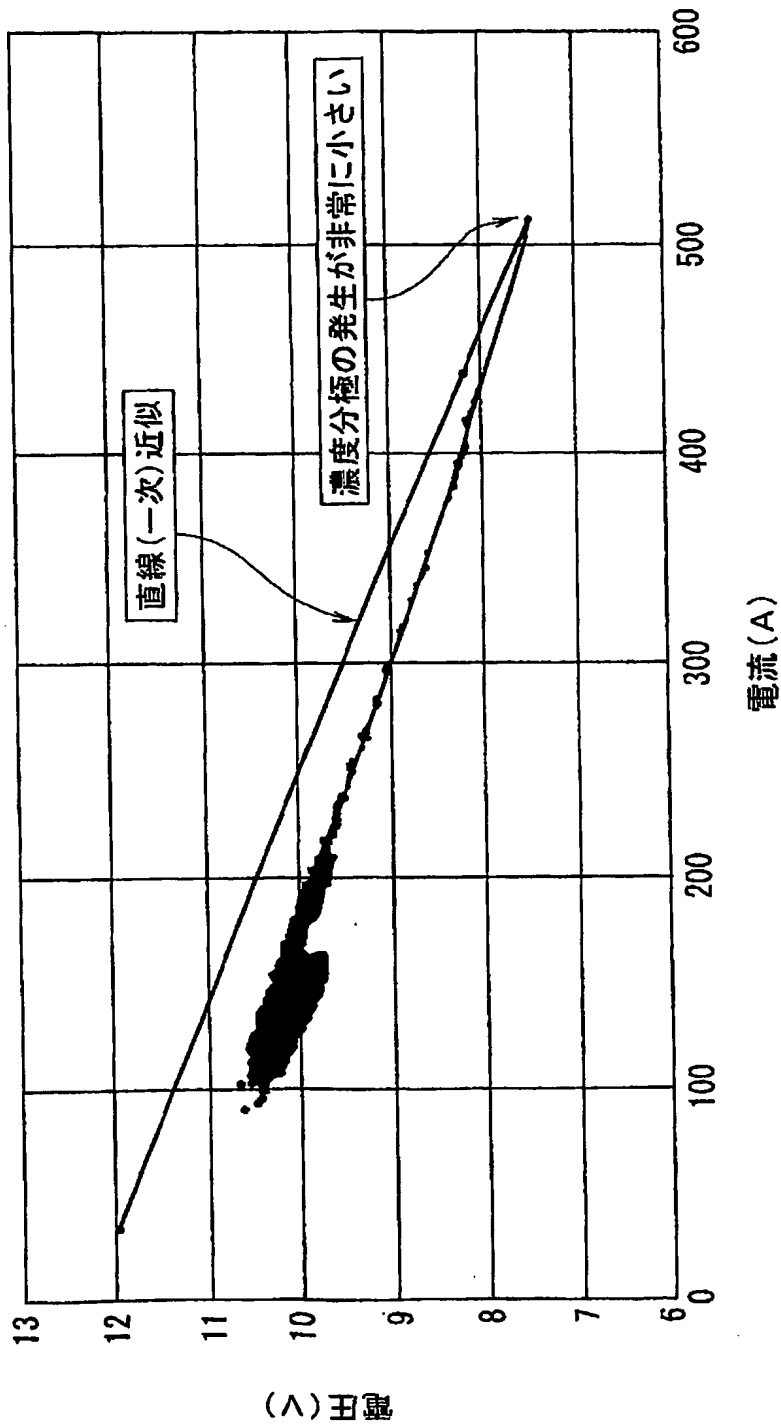
【図 4】



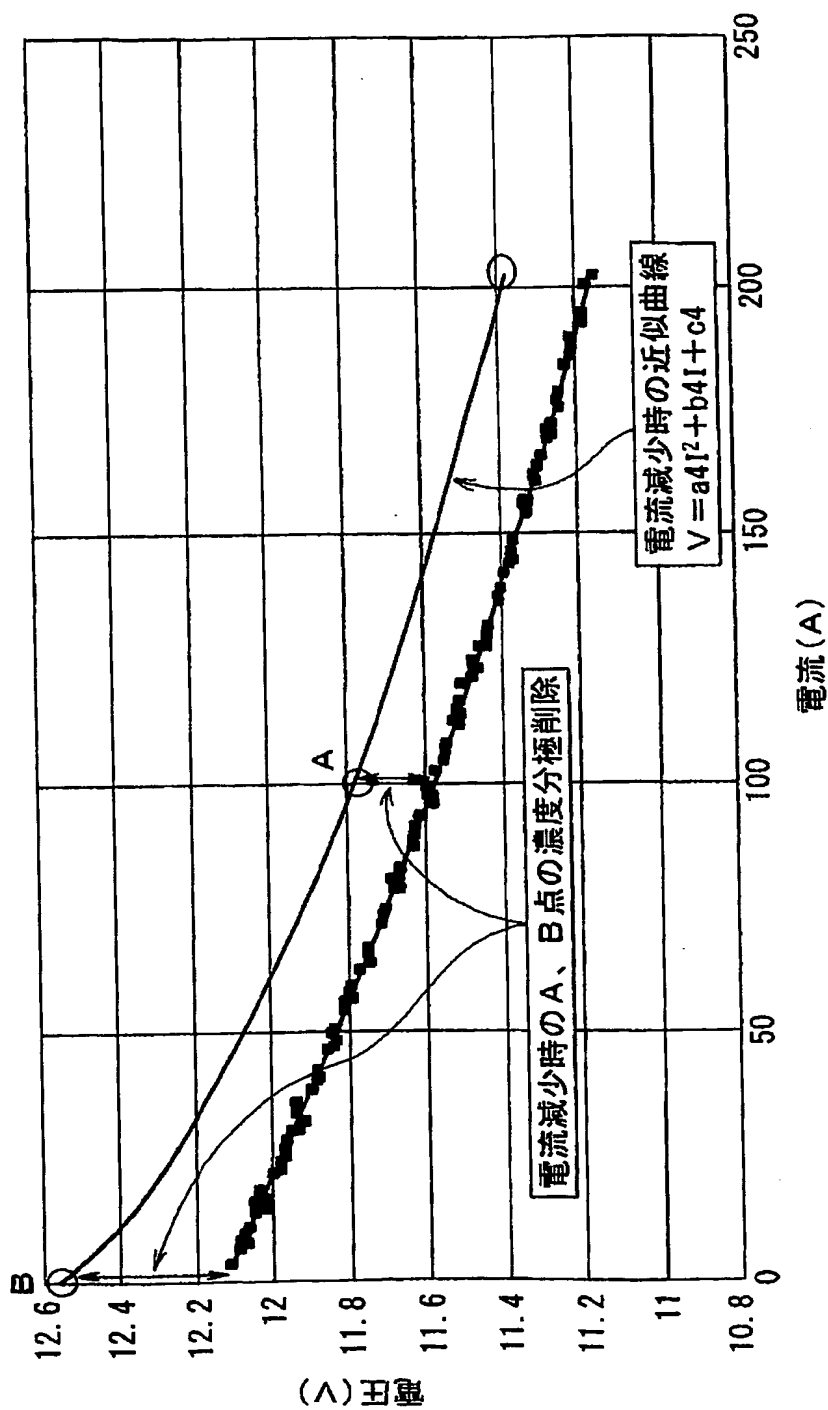
【図 5】



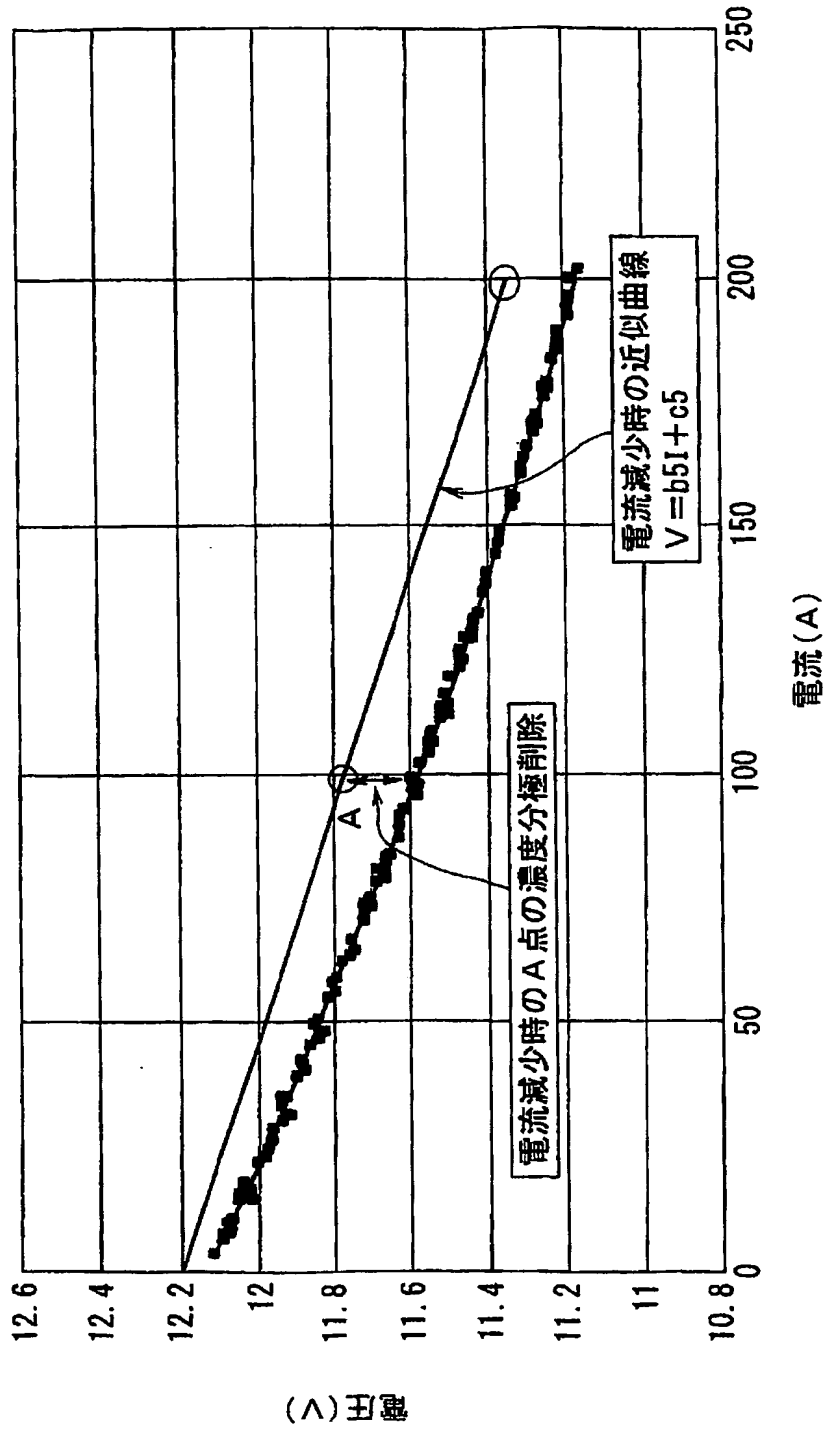
【図 6】



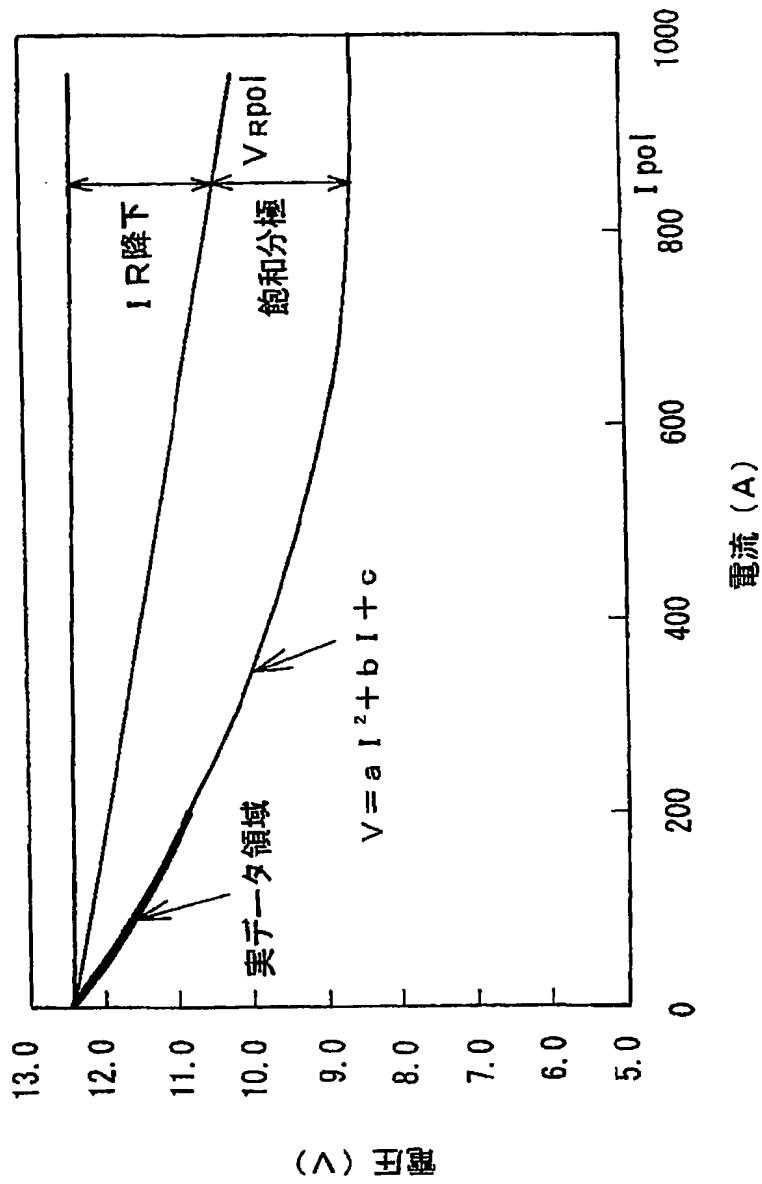
【図 7】



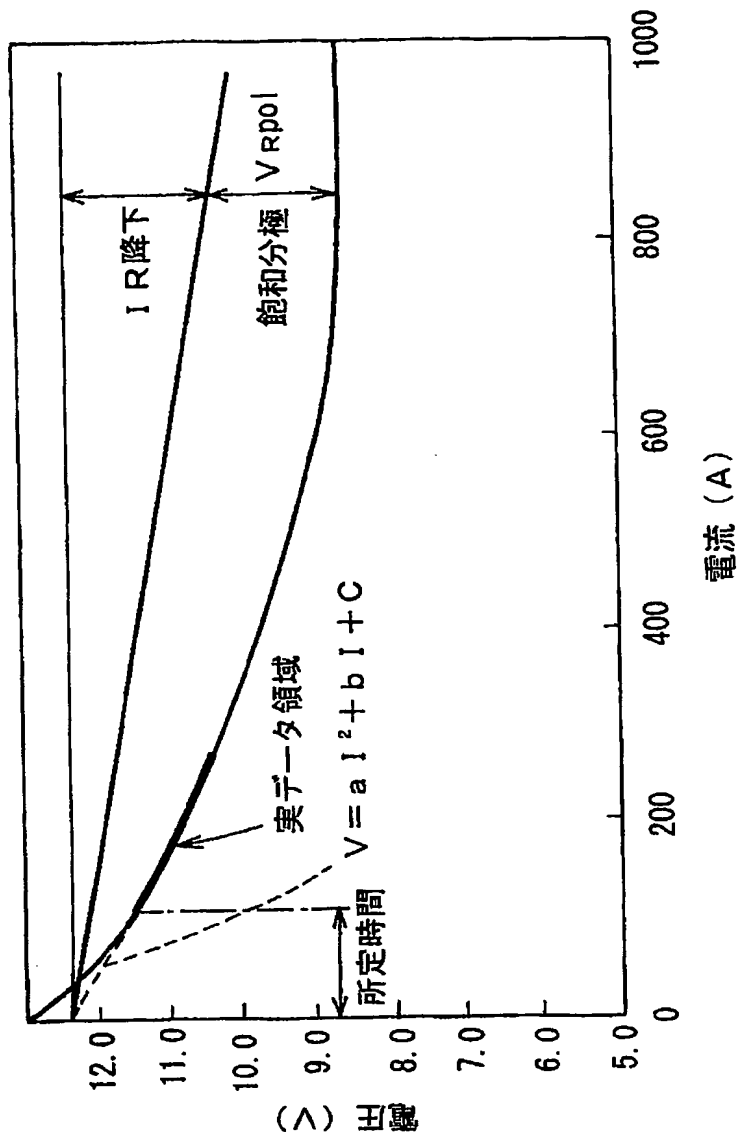
【図8】



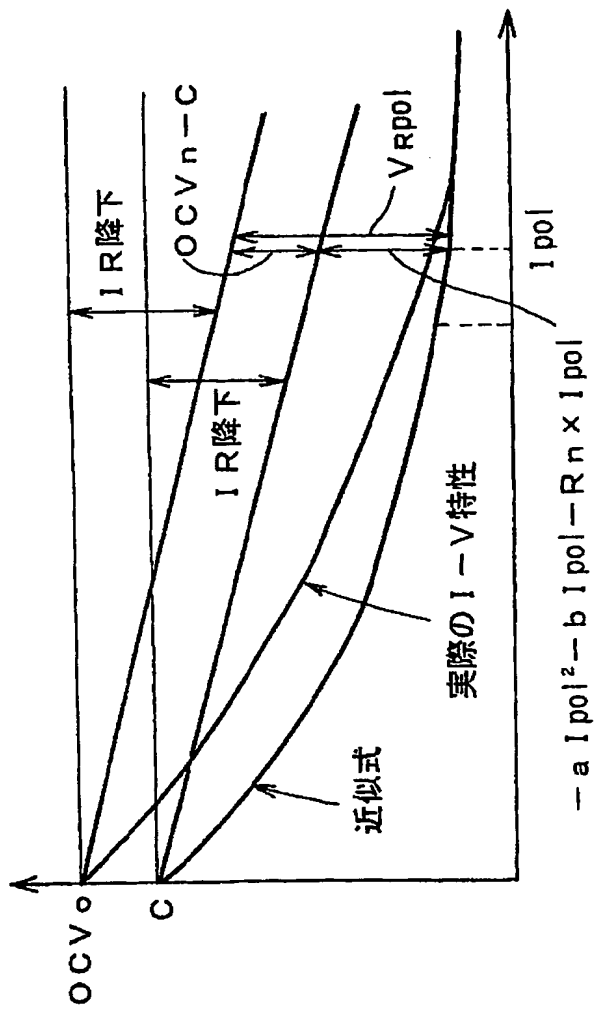
【図 9】



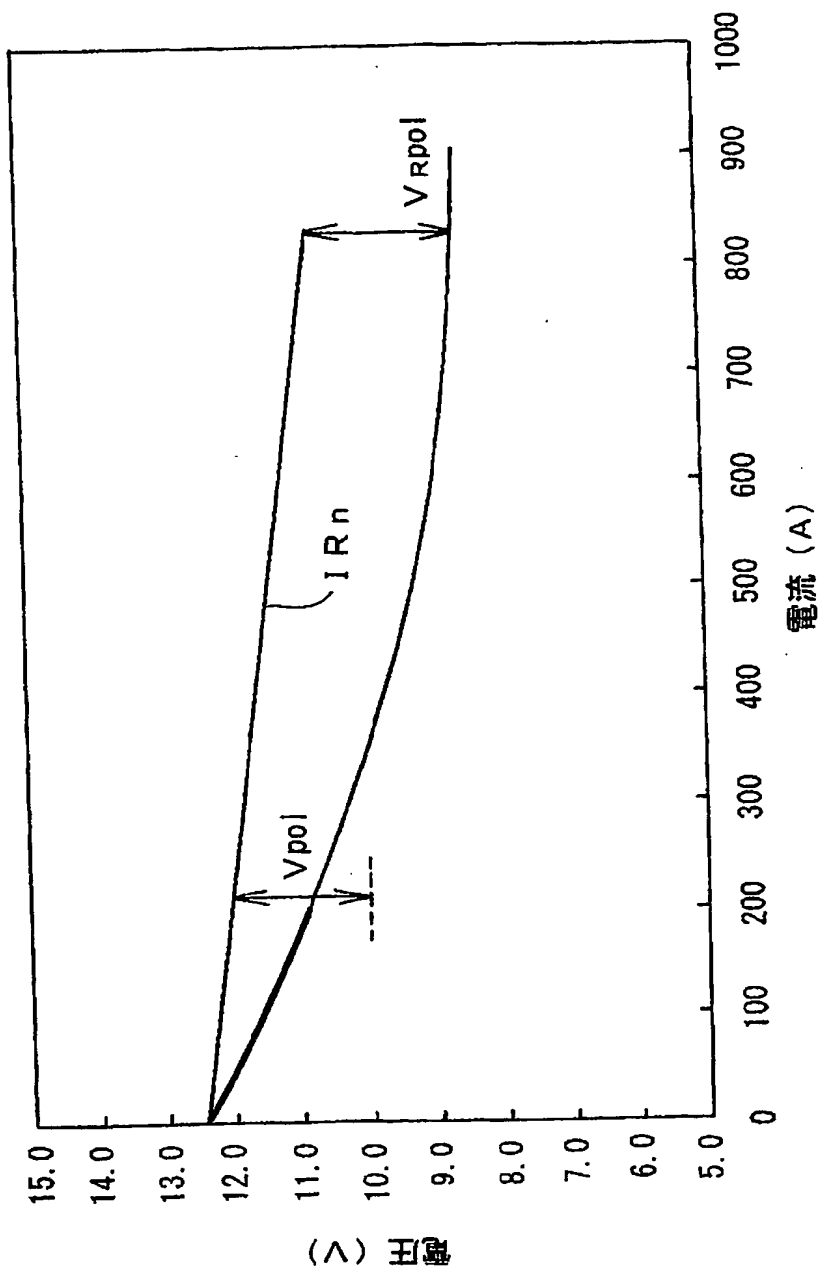
【図 10】



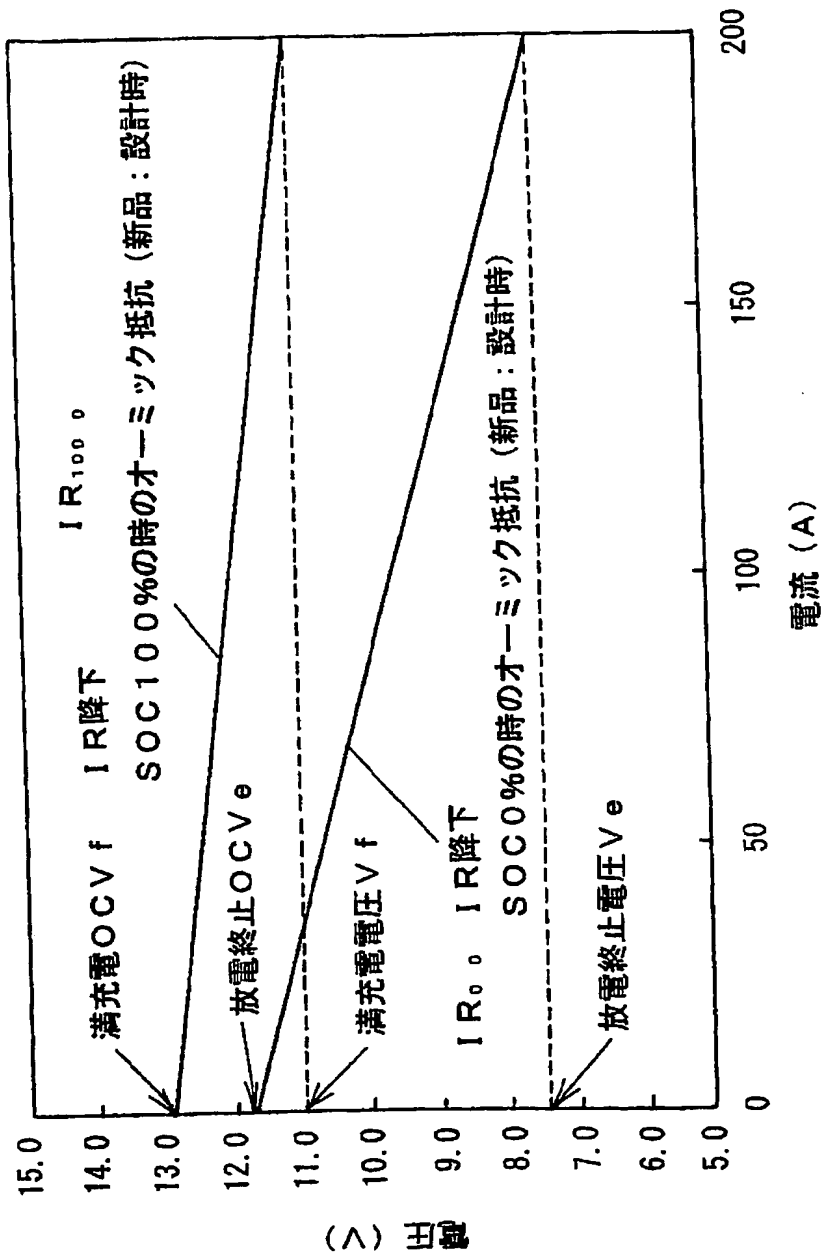
【図 11】



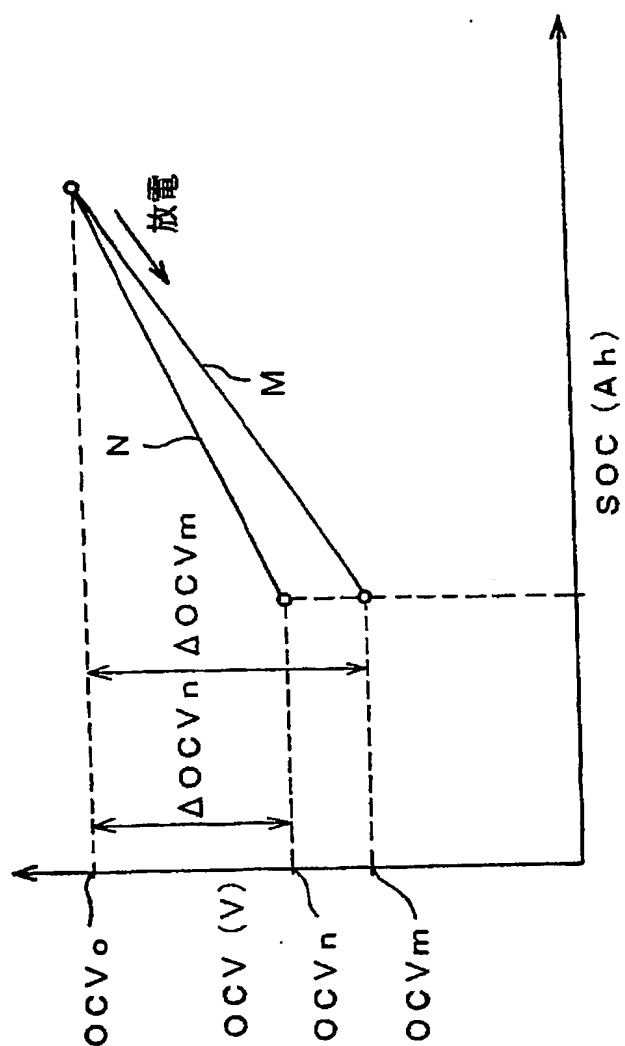
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バッテリーの状態を正確に把握することができるバッテリー状態監視装置及びその方法、並びに、この装置及び方法を実施する際を含めて、バッテリーの状態を正確に把握する上で役立つ放電可能容量検出方法を提供する。

【解決手段】 マイクロコンピュータ 23 が、電流センサ 15 及び電圧センサ 17 の出力に基づいて、バッテリー 13 の充電容量から、バッテリーの内部抵抗により放電できない容量を減じた値に応じた放電可能容量を監視する。

【選択図】 図 1

特願 2003-097464

出願人履歴情報

識別番号

[000006895]

1. 変更年月日

1990年 9月 6日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区三田1丁目4番28号

氏 名

矢崎総業株式会社